

BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-153235  
 (43)Date of publication of application : 10.06.1997

(51)Int.Cl. G11B 9/02  
 H01L 49/00

(21)Application number : 08-068546 (71)Applicant : SONY CORP  
 (22)Date of filing : 25.03.1996 (72)Inventor : FUJIWARA ICHIRO

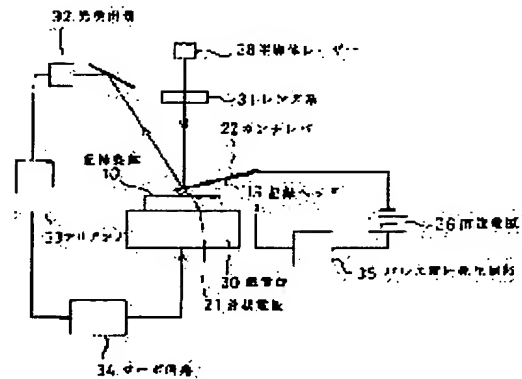
(30)Priority  
 Priority number : 07253823 Priority date : 29.09.1995 Priority country : JP

## (54) RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve a high speed and high density recording and to realize a low voltage driving.

SOLUTION: The device records and reproduces information by a head HR which consists of a needle shaped electrode 21. The information is recorded or erased by the polarization reversal of a prescribed region of a recording medium 10 by applying a voltage of less than 20V from the head HR. The reproducing operation of the information recorded in a minute region by the polarization reversal is conducted by detecting the amount of the changes of the electric charges or the capacitance or the amount of the changes in the piezoelectric distortion in the minute region while the head HR contacts the medium 10.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.11.2002  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-153235

(43) 公開日 平成9年(1997)6月10日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 9/02		9075-5D	G 1 1 B 9/02	
H 0 1 L 49/00			H 0 1 L 49/00	

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平8-68546	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22) 出願日	平成8年(1996)3月25日	(72) 発明者	藤原 一郎 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ ー株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平7-253823	(74) 代理人	弁理士 松隈 秀盛
(32) 優先日	平7(1995)9月29日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 高速、高密度記録にすぐれ、低電圧駆動を可能にする。

【解決手段】 針状電極よりなるヘッドにより情報を記録または再生する記録再生装置であって、ヘッドから20V以下の電圧を印加することにより記録媒体の所定領域の分極反転により情報を記録または消去し、ヘッドが記録媒体に接触した状態で、微細領域に記録された分極反転による記録情報を、微細領域における電荷または静電容量の変化量あるいは圧電歪の変化量を検出することにより再生する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 針状電極よりなるヘッドにより情報を記録または再生する記録再生装置であって、  
上記ヘッドから20V以下の電圧を印加することにより記録媒体の所定領域の分極反転により情報を記録または消去し、  
上記ヘッドが上記記録媒体に接触した状態で、上記微細領域に記録された分極反転による記録情報を、上記微細領域における電荷または静電容量の変化量あるいは圧電歪の変化量を検出することにより再生することを特徴とする記録再生装置。

【請求項2】 請求項1において、上記ヘッドを、少なくとも記録用および再生用の共通のヘッドとしたことを特徴とする記録再生装置。

【請求項3】 請求項1において、上記ヘッドを、少なくとも記録用および再生用の2種のヘッドとしたことを特徴とする記録再生装置。

【請求項4】 請求項1において、上記記録媒体の単位記録領域は直径100nm以下であることを特徴とする記録再生装置。

【請求項5】 請求項1において、単位記録領域の記録再生時間を、1μs以下とすることを特徴とする記録再生装置。

【請求項6】 請求項1において、上記記録情報の再生を、上記分極反転している記録媒体の電荷または静電容量あるいは圧電歪の変化量が極大になるバイアス電圧を上記記録媒体に印加して行うことを特徴とする記録再生装置。

【請求項7】 請求項1において、上記記録または再生を、上記記録媒体を回転させて行うことを特徴とする記録再生装置。

【請求項8】 請求項1において、上記記録媒体が、強誘電体層を有することを特徴とする記録再生装置。

【請求項9】 請求項8において、上記強誘電体層が、ランタンドープのジルコン酸チタン酸鉛よりなることを特徴とする記録再生装置。

【請求項10】 請求項8において、上記強誘電体層が、ビスマス層状化合物よりなることを特徴とする記録再生装置。

【請求項11】 請求項8において、上記強誘電体層が、高分子強誘電体材料よりなることを特徴とする記録再生装置。

【請求項12】 請求項1において、上記記録媒体が、最上層に保護層を有することを特徴とする記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像情報、大容量のデータ情報等の超高密度記録を行うことができる新規な記録および再生を行う、あるいは記録情報の再生のみ

を行う記録再生装置に係わる。

## 【0002】

【従来の技術】 マルチメディア社会、特にハイビジョンシステムおよび高度情報通信システム、コンピュータネットワーク、ビデオオンデマンド、インフォメーションデマンドなどに必要とされる大容量の画像情報、データファイルにおいて高速な記録再生装置の要求が益々高まっている。

【0003】 従来のランダムアクセスが可能な高密度記録技術には、磁気記録、光記録、半導体メモリ等がある。

【0004】 半導体メモリではその集積度が年々向上しているにもかかわらず、半導体メモリの製造技術の例えばフォトリソグラフィの限界から、高精細度の画像情報を記録するだけの容量を満たすような、すなわち少なくとも3Gバイト以上の容量を満たすような半導体メモリを得るには至っていない。

【0005】 また、光記録、磁気記録において、大容量の情報を記録するには、記録領域を小さくして、記録密度を向上させることが必要である。

【0006】 この光記録においても、その記録領域を小さくする試みはなされているが、その光源として波長500nm付近の半導体レーザー光源が開発された場合でも、物理的な限界、光の回折限界が存在するため100nm以下の記録領域を実現することは難しいとされている。

【0007】 また、磁気記録においても、特にハードディスクにおいて磁気抵抗効果型磁気ヘッド(MR型磁気ヘッド)、巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッド(GMR型磁気ヘッド)の開発により、記録密度の向上が著しいが、再生ヘッドの感度の問題で100nm以下の記録領域を達成することは難しい。

【0008】 一方、原子分子レベルの空間分解能を持つ走査トンネル顕微鏡(STM: Scanning Tunneling Microscope)、原子間力顕微鏡(AFM: Atomic Force Microscope)が開発され、種々の材料の微細表面形状の解析に適用され、表面解析装置として大きな成功を収めている。

【0009】 AFMでは試料とカンチレバーチップとの原子間相互作用をプローブとして用いているが、近年AFMは種々の物理量をプローブとして用いた走査型プローブ顕微鏡(SPM: Scanning Probe Microscope)として発展している。最近、これらの手段すなわち原子、分子にアクセスする手段を用いて、高密度メモリとしての実現可能性の検討がなされている。

【0010】 これまでにSTMまたはAFMを用いて、高密度記録実現の試みの報告はなされているが、原理的な可能性が述べられているにとどまり、実用化に至っていない。

【0011】 例えば、スタンフォード大学のクエート(Q

uate) 氏等は、Si 基板上にSiO<sub>2</sub> 膜およびSiN膜を形成したNOS(SiN/SiO<sub>2</sub>/Si) 構造による記録媒体を用いてAFMの発展系である走査型静電容量顕微鏡(SCM: Scanning Capacitance Microscope) 構成によって高密度メモリへの応用の可能性を示した

(R.C.Barret and C.F.Quate; Journal of Applied Physics, 70 2725-2733 (1991) 参照。)

【0012】ところで、図9に示すように、n型Si基板1上に、熱酸化によるSiO<sub>2</sub> 膜2および熱CVD法(化学的気相成長法)によるSiN膜3を被着形成し、このSiN膜3上に金属電極4が被着されたいわゆるMNOS(Metal Nitride Oxide Semiconductor)系の記録媒体は、不揮発性半導体メモリの1つであるEEPROM(Electrically Erasable Read Only Memory)ですでに実用化されている。

【0013】これらNOS系、MNOS系記録再生の基本は、Si半導体と、SiO<sub>2</sub>/SiN界面やその近傍のSiN中のトラップとの間の電荷の移動を用いることである。

【0014】すなわち、この層構造でSiO<sub>2</sub>/SiN界面およびこの界面を形成するSiN層中(以下単にSiO<sub>2</sub>/SiN界面付近という)にキャリアのトラップが形成されることが分かっており、例えば図12のMNOS系においてSiN膜3上の金属電極4(以下上部電極という)に正電圧を掛けると、強電界によりSi基板1側から電子がSiO<sub>2</sub> 膜2をトンネルして、SiO<sub>2</sub>/SiN界面とその近傍のSiN膜3のトラップに注入されてここに蓄積される。一方、上部電極4に負電圧を掛けると、逆向きの強電界によりトラップに蓄積されている電子がSi基板1側にSiO<sub>2</sub> 膜2をトンネルして放出されSiO<sub>2</sub>/SiN界面やSiN膜3のトラップに存在する電子が欠乏する。このようにして、MNOS記録媒体へのパルス電圧印加に伴う電荷の移動により記録、消去を行っている。そして、この記録媒体からの記録情報の読み出しすなわち再生は、この記録媒体すなわちMNOS構造キャパシタの静電容量の変化として電気的に読み出すという方法がとられる。

【0015】上述のクエート氏等の研究では、NOS媒体に導電性カンチレバーを接触させた状態で記録消去し、同様に導電性カンチレバーの接触状態でその記録情報に基づく静電容量変化を、静電容量センサーを用いて検出することによって再生するという方法が採られている。この方法による場合、現在実用化しないしは研究、開発がなされている光記録、あるいは磁気記録方法では不可能な微小領域での情報の記録再生、すなわち高密度記録が可能であることを示した。この場合記録媒体にはキャリア(電子)の移動を用いているものである。この場合、最小記録領域は、直径約150nmであり、トラップに蓄積された電子は、7日間以上安定であった。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した高密度記録装置では、NOS材料の特徴として、情報の記録・消去時に必要な時間がms(ミリ秒)オーダー、電圧が40V(しきい値電圧25V)となり、高速、低電圧駆動を充分満たすものではない。

【0017】また、従来の静電容量変化検出方式を再生に用いる方式の記録装置では静電容量型(CED)または高密度記録が可能なVHDビデオディスク等がある。しかし、これを大容量の記録媒体とするには記録密度が低く、また再生専用であって記録消去の機能を有するものではない。

【0018】また、最近になりフランケ等により、強誘電体であるチタン酸ジルコン酸鉛(PZT(Pb(Zr, Ti)O<sub>3</sub>))記録媒体とSPMを組み合わせて、PZT強誘電体ドメインの評価および高密度メモリへの応用の可能性が報告された(K. Seegebarth; Surface Sciences Letters, L283-L288(1994) 参照)。

【0019】しかしながら、この高記録密度装置で次に挙げる問題点がある。

(1) 記録媒体として用いるPZT薄膜は分極反転に伴う材料としての疲労劣化が大きく耐久性に問題がある。

(2) 記録の最小単位となるPZTの強誘電性の単位であるドメインが大きく、記録ビットのサイズを小さくすることが難しい。

【0020】本発明は、高速、高密度記録にすぐれ、低電圧駆動を可能にし、疲労特性の改善をはかることができる記録再生装置を提供する。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明は、針状電極よりなるヘッドにより情報を記録または再生する記録再生装置であって、ヘッドから20V以下の電圧を印加することにより記録媒体の強誘電体層の所定領域の分極反転により情報を記録または消去し、ヘッドが記録媒体に接触した状態で、微細領域に記録された分極反転による記録情報を、微細領域における電荷または静電容量の変化量あるいは圧電歪の変化量を検出することにより再生する。

【0022】本発明装置においては、針状電極によるヘッドによって20V以下の電圧印加により記録媒体に対し、分極反転により情報を記録または消去する態様を採ることから、高速、高密度記録がなされる。

【0023】

【発明の実施の形態】図1AおよびBは、本発明装置に用いられる記録媒体10の各基本構成を示す。図1Aに示す基本構成においては、導電性を有する基板11上に活性層13が形成され、これとは反対側の基板11の裏面に下部電極12が被着された構成を有する。図1Bに示す基本構成においては、基板11上に下部電極12、情報の記録がなされる活性層13が形成された構成を有する。

【0024】活性層13は、局所的な分極反転を行う強誘電体層によって構成される。この強誘電体層は、例えばいわゆるBi層状化合物の例えば $\text{SrBiTiO}_3$ 、 $\text{SrBiTaO}_3$ 、 $\text{PbBiTaO}_3$ 、 $\text{BaBiNbO}_3$ 、例えば $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 、 $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ あるいはチタン酸鉛 $\text{PbTiO}_3$ 、またはランタンドープのジルコン酸チタン酸鉛(PLZT)の例えば $\text{Pb}(\text{La}, \text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ 、または高分子強誘電体のポリフッ化ビニリデン(PVDF)、フッ化ビニリデンとトリフルオロエチレン(VDF-TrFE)共重合体、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレン(VDF-TEFE)共重合体等によって構成する。

【0025】これら記録媒体10を構成する強誘電体層の各構成材料層は、それぞれ例えばスパッタリング法、MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)法、LPCVD(低压CVD)法、分子線蒸着法、通常の蒸着法、MOD(MetalOxide Deposition)法、レーザアブレーション法、ゾルゲル法、スピコート法、熱酸化法、熱窒化法などによって成膜することができる。

【0026】強誘電体の特徴は、自発分極を有し、その方向が電界によりコントロールできることである。電界の方向に対して2つの双安定点を利用して、デジタルデータの“0”および“1”に対応させ、両者間を高速に切換え記録することができる。

【0027】この記録媒体10に対する情報の記録・消去は、原子間力顕微鏡(AFM)構成による記録・消去装置によって行い、その針状電極を有する導電性カンチレバーによる記録ヘッドを記録媒体10に接触させて、その記録ヘッドすなわち導電性カンチレバーから20V以下の高速パルス電圧を印加して、強誘電体層の自発分極の向きを局所的にかつ高速に反転させて行う。すなわち、高速記録が可能となる。

【0028】本発明装置における記録、消去装置と、再生装置の具体例を説明する。まず、記録・消去装置について説明する。

【0029】〔記録、消去装置〕図2は記録、消去装置の一例の概略構成図を示す。この記録ヘッドHRは、先端に例えば円錐状、三角錐状、断面例えば三角の柱状等の実質的に記録媒体に対して点接触ないしは微小面接触できる針状電極21が形成された例えば短冊状の板バネ構成を有し、一端が固定されたカンチレバー22によって構成される。このカンチレバー22は、バネ定数0.01~10[N/m]のSiもしくはSiNよりなりその表面にAu、Pt、Co、Ni、Ir、Cr等の単層ないしは多層構造の金属層が被覆されることによって高い導電性が付与されて成る。或いは針状加工が可能で、導電性を有する不純物ドーピングのなされた導電性シリコンによって構成される。これらカンチレバー22は、いわゆるマイクロファブリケーション技術によって作製

することができる。

【0030】30は、記録媒体10が載置され、その面方向に沿って例えば互いに直交するx軸およびy軸に関して移動するように、もしくは回転するようになされた記録媒体10の載置台であり、この載置台30は更に記録ヘッドすなわちカンチレバー22の針状電極21との接触状態を調整できるように記録媒体10の面方向と垂直方向(以下z軸方向という)に移動制御できるように構成される。

【0031】この載置台30のz軸方向の制御は、例えば、半導体レーザー38からのレーザー光を、収束レンズ系31によって収束させてカンチレバー22の先端に照射し、その反射光を例えば複数の分割フォトダイオード例えば4分割フォトダイオードによる光検出器32によって差動検出し、その検出信号をプリアンプ33を通じて、載置台30のz軸制御を行うサーボ回路34に入力して載置台30のz軸方向の位置を制御することによって、常時記録媒体10に対して、記録ヘッドすなわち針状電極21が、最適な接触状態にあるように制御される。

【0032】一方、カンチレバー22と記録媒体10の下部電極12との間に、記録信号に応じた電圧が印加される。この印加電圧は、記録信号に応じたパルス電圧発生回路35よりのパルス電圧を直流電源36による所要の直流バイアス電圧に重畳して印加する。

【0033】このようにして、記録媒体10に、カンチレバー22の先端の針状電極21すなわち記録ヘッドHRを接触させた状態で記録媒体と相対的に移行させて上述の直流電圧にパルス電圧を重畳させた電圧を印加することにより局所的に分極反転を行って情報の記録を、この分極反転による電荷ないしは静電容量の変化として記録するとか、圧電歪の変化として記録する。

【0034】具体的には、記録媒体10の強誘電体層表面と下部電極12との間に10Vの電圧を印加することにより作製した強誘電体材料層の自発分極の向きを一定に揃える。次に、導電性カンチレバーに-5V~-9Vのパルス電圧を印加することにより、強誘電体層の分極の向きを局所的に反転させて、情報を記録媒体に記録する。また、+5V~+10Vのパルス電圧を加えることにより局所的な分極の向きをもとに戻し、記録情報を消去することができる。しかしながら、この場合、記録情報のオーバーライトが可能であるため、情報の記録において、特に先の記録を消去する必要はない。

【0035】図3は、記録媒体10の強誘電体層の、印加電界Eに対する静電容量の微分( $dC/dV$ )あるいは圧電歪と、分極の関係を示すものである。分極は、電界に対して2つの安定点を持ち、これが強誘電体層の自発分極の向きに対応している。本発明では、2つの安定点の間をパルス電圧印加によって高速にスイッチングすることにより記録・消去を行うことができる。

【0036】上述したように、情報の記録は、強誘電体層における分極反転によって行うものの、この分極反転による記録は、強誘電体層における静電容量の変化、あるいは圧電歪の変化を発生させるものとして記録し、この情報の読み出しすなわち再生を、静電容量の変化量として検出再生する場合と、電界に比例する圧電歪の変化量として検出再生する場合とを採る。

【0037】まず、静電容量の変化量として検出再生する再生装置（再生装置Ⅰという）について説明する。

〔再生装置Ⅰ〕この場合、例えば記録媒体中での自発分極の向きが反転した領域と反転していない領域とでのS<sub>i</sub>基板表面に形成される空間電荷層（空乏層）の状態が自発分極の向きに対応して異なることを利用して静電容量の変化量として再生する。この記録媒体10からの記録情報の再生も、再生ヘッドを記録媒体10に対して接触させた状態で行う。図4は、記録情報に基く静電容量の変化量を検出して記録情報の再生を行うこの再生装置の一例の概略構成図を示す。この再生装置Ⅰは、具体的には上述のAFMを発展させた周知の走査型静電容量顕微鏡（SCM：Scanning Capacitance Microscop）構成とした（以下、この再生装置をSCM型再生装置という）。すなわち、この場合においても、前述した記録装置における同様に、先端に針状電極21を有する導電性カンチレバー22が設けられた再生ヘッドHPを有してなる。この再生ヘッドHPは、記録ヘッドHRと共用することも別構成とすることもできる。この再生ヘッドHRにおいても、先端に例えば円錐状、三角錐状、断面例えば三角の柱状等の実質的に記録媒体に対して点接触ないしは微小面接触できる針状電極21が形成された例えば短冊状の板バネ構成を有し、一端が固定されたカンチレバー22によって構成される。このカンチレバー22は、バネ定数0.01～10[N/m]のSiもしくはSiNよりなりその表面にAu、Pt、Co、Ni、Ir、Cr等の単層ないしは多層構造の金属層が被覆されることによって高い導電性が付与されて成る。或いは針状加工が可能で、導電性を有する不純物ドーピングのなされた導電性シリコンによって構成される。これらカンチレバー22は、いわゆるマイクロファブリケーション技術によって作製することができる。

【0038】載置台30は、前述したように、これに載置された記録媒体10の面方向に沿って例えば互いに直交するx軸およびy軸に関して移動するように、もしくは回転するようになされ、更に再生ヘッドHPとしてのカンチレバー22の針状電極21との接触状態を調整できるように記録媒体10の面方向と直交するz軸方向に移動制御できるように構成される。

【0039】再生ヘッドHPの針状電極21を記録媒体10上に接触させ、この状態で載置台30によって記録媒体を例えば回転させて針状電極21を記録媒体10上に走査しつつ、直流電源40からの直流バイアス電圧V

記録媒体10に印加し、カンチレバー22と記録媒体10との間の静電容量を検出器50に内蔵する発振周波数915MHzの発振器からの発振周波数シフトとして静電容量信号C（V）を検出し、ロックインアンプ45からdC/dV信号を取り出し、これをコンピュータ52に入力する。この場合、媒体の極くわずかな容量変化が共振周波数のシフトとなり、出力振幅の高低が変化する。この信号を検波回路で検波し、静電容量の変化として検出する。

【0040】その概略構成を説明すると、カンチレバー22に、例えば半導体レーザ43からのレーザ光を照射し、その反射光を光検出器44によって検出し、サーボ回路に入力し、載置台30のZ軸方向の制御がなされる。このとき、記録媒体に垂直方向に印加した電界の向きに記録媒体の自発分極が配列した状態での静電容量の値が極大となるように、図3に示す分極-電界のヒステリシスにおいて、dC/dV値が極大になるような条件に直流バイアス電圧を設定する。静電容量の微分は、分極-電界のヒステリシスの微分量であるため、2種類の静電容量の差が極大になるためには、記録媒体に抗電界（抗電圧）程度の値に電界Eが設定されるようにバイアス電圧を選定すれば良い。

【0041】次に、記録情報の記録を、分極反転によって行うものの、この記録によって強誘電体層における圧電歪を発生させるものとして記録し、この情報の読み出しすなわち再生を圧電歪の変化量を検出によって行う場合の再生装置（再生装置Ⅱ）の一実施例を説明する。

【0042】〔再生装置Ⅱ〕この再生装置は、SMM構成において、そのカンチレバーの先端の針状電極を記録媒体に接触させた態様による。以下この再生装置Ⅱを、便宜上コンタクトSMM型再生装置という。

【0043】図5は、このコンタクトSMM装置の概略構成図で、この再生装置においても、前述した記録装置における同様に、先端に針状電極21を有する導電性カンチレバー22が設けられた再生ヘッドHPを有してなる。この再生ヘッドHPは、記録ヘッドHRと共用することも別構成とすることもできる。すなわち、この再生ヘッドHRにおいても、先端に例えば円錐状、三角錐状、断面例えば三角の柱状等の実質的に記録媒体に対して点接触ないしは微小面接触できる針状電極21が形成された例えば短冊状の板バネ構成を有し、一端が固定されたカンチレバー22によって構成される。このカンチレバー22は、バネ定数0.01～10[N/m]のSiもしくはSiNよりなりその表面にAu、Pt、Co、Ni、Ir、Cr等の単層ないしは多層構造の金属層が被覆されることによって高い導電性が付与されて成る。或いは針状加工が可能で、導電性を有する不純物ドーピングのなされた導電性シリコンによって構成される。これらカンチレバー22は、いわゆるマイクロファ

プリケーション技術によって作製することができる。

【0044】載置台30は、前述したように、これに載置された記録媒体10の面方向に沿って例えば互いに直交するx軸およびy軸に関して移動するように、もしくは回転するようになされ、更に再生ヘッドHPとしてのカンチレバー22の針状電極21との接触状態を調整できるように記録媒体10の面方向と直交するz軸方向に移動制御できるように構成される。

【0045】そして、その再生ヘッドHPすなわちカンチレバー22の針状電極21を記録媒体10に接触させ、この状態で載置台30によって、例えば記録媒体10を回転させて針状電極21を記録媒体10上に走査しつつ、直流電源40からの直流バイアス電圧と発振器41からの変調信号とを記録媒体に印加する。このとき、記録媒体10に記録された情報、すなわち分極反転に基づく逆圧電効果によってカンチレバー22が圧電歪に起因する力を受けることにより圧電歪の検出が可能となる。これを半導体レーザー43によるレーザー光のカンチレバー22からの反射光を光検出器44で検出し、ロックインアンプ45で所要の信号成分として取出し、コンピュータ52例えばパーソナルコンピュータ52によって処理して上述の記録情報による電界に比例する圧電歪による信号を検出再生する。また、同時にロックインアンプ45を経ないDC信号によって所要のサーボ信号を取出し、サーボ回路46に入力してこれにより、載置台30のZ軸方向の制御を行って、再生ヘッドHPすなわち針状電極21と記録媒体10との接触状態が常に所定となるように制御する。

【0046】次に、本発明装置の実施例を説明する。

【実施例1】この実施例における記録媒体10は、図1Aの基本構成によるもので活性層13が強誘電体層をBi層状化合物の $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 層63によって構成した。

【0047】この $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 強誘電体層によって構成する場合は、分極反転を $10^{12}$ 回繰り返しても疲労が殆ど生じることのない材料であり、残留分極 $P_r$ の2倍( $2P_r$ )の値は $15\sim 30\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、抗電圧は2V以下である。データの保持時間は室温で10年以上とされている。データの書換え時間は電極面積に比例し、この接触面積を充分小さくすることによって1ns以下となる。そして、この分極反転に起因する静電容量部分のスウィッチング特性も極めて速い。また或るデータを連続して書き込んだ後、異なるデータを書き込んだ場合の信頼性もある。

【0048】この実施例においては、図6に概略断面図を示すように、導電性Si基板11上に、バッファ層となる $\text{SrBiTiO}_3$ の下地層9を30nmの厚さにスパッタリングによって形成する。その後、このバッファ層9を酸素雰囲気中で熱処理する。この熱処理により、Si基板上でも結晶性にすぐれたBi層状化合物の $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ の下地層9を形成することができる。次に、このバッファ層9上に、Bi層状化合物の $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 層13をMOCVD法によって形成する。このようにして形成された $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 層は、高密度で微細なグレインを有する膜として形成された。すなわち、上述の熱処理後のバッファ層が、これの上に成長させる $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 層の初期核として有効に働くものである。そして、基板11の活性層13の形成側とは反対側（以下裏面という）に、下部電極12をオーミックに被着形成する。

10

【0049】この強誘電体層63を有する記録媒体10に対する記録は、前述した図2のAFM構成による記録装置によって行った。すなわち、記録媒体10を、移動載置台30上に配置し、この強誘電体層63に、記録ヘッドHRすなわち針状電極21を、微小面接触させて、載置台30を移動させて記録媒体10上に針状電極21を走査しつつ記録情報に基いてこの針状電極21と下部電極12との間にパルス電圧を印加して、強誘電体層63に局部的に分極反転を生じさせて情報の記録を行う。すなわち、強誘電体層63の表面に記録情報に応じた分極反転に起因するSi基板表面の空間電荷層の状態により静電容量の分布を形成する。

【0050】記録媒体10からの記録情報の読み出しすなわち再生装置は、図4の再生装置Iとし、記録媒体10の強誘電体層63の分極反転によって生じたSi基板表面の空間電荷層の静電容量の分布の検出によって行った。

【0051】この実施例1における記録媒体の、Bi層状化合物 $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ は、強誘電体層であるためヒステリシス特性を示す。残留分極 $P_r$ の2倍( $2P_r$ )の値は $25\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、抗電圧は約0.8Vであった。このようにBi層状化合物の $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ は、良好なヒステリシス特性を示す強誘電体層であることが分かる。

【0052】次に、この実施例1における記録・消去、再生特性を示す。まず、記録媒体10の $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ による強誘電体層63の $3\mu\text{m}\times 3\mu\text{m}$ の領域に、+9Vの直流電圧、電界 $0.3\text{MV}/\text{cm}$ を印加して自発分極の方向を一方に揃える。次に、逆極性の-7Vのパルス電圧をヘッドすなわち針状電極21と下部電極12との間に印加して、局部的に分極の向きを反転させる。次に、SCM型再生装置を用いて局所的な自発分極の向きの差をSi基板表面に生ずる空間電荷層の状態に起因する静電容量の分布として検出する。

【0053】SCMによって静電容量を評価した。その際、バイアス電圧を図3で示すA点に設定してその評価を行った。この場合、まず $3\mu\text{m}\times 3\mu\text{m}$ の部分のコントラストが暗くなっており、その周辺と比較して分極が反転していることが分かった。また、このコントラストが暗い部分の中に明るいスポット部分すなわち記録ビツ

50



トが観察された。これは $-7\text{ V}$ のパルス電圧印加によって一方向に揃えられていた分極の向きが反対になっていることを示している。

【0054】また、 $-9\text{ V}$ を先に記録媒体に印加した後に、 $+7\text{ V}$ のパルス電圧を印加した場合、すなわち上述とは反対の極性の電圧を印加した場合、SCMの静電容量分布で観察される画像のコントラストも逆転していることが分かった。すなわち、強誘電体層の分極の局所的な反転の方向が反対になっていることが分かる。また、オーバーライト特性も有することが分かった。

【0055】このことから、この強誘電体層記録媒体の局所的な分極の向きがカンチレバー記録ヘッドよりのパルス電圧の印加により電界の方向に揃うことが示された。この2種類の局所的な分極の向きをデジタルデータのストレージの“0”と“1”に対応させることができる。すなわち、コントラストの明るい部分と暗い部分でデジタルデータの“0”と“1”に対応させることにより高密度記録ができる。

【0056】そして、この分極の向きの差に起因する静電容量の値は、デジタル信号“0”および“1”のデータの識別に十分な値であることが分かった。

【0057】種々の実験の結果、記録領域の直径を $100\text{ nm}$ 以下にすることが可能であることが分かった。また、分極反転のスイッチング時間も $1\text{ }\mu\text{ s}$ よりの小さいことが分かった。そして、局所的に分極の向きが反転した領域は、充分安定に保持されることが分かった。

【0058】また、この実施例ではSCM構成の再生装置としたが、このSCMでは静電容量検出器に存在する $915\text{ MHz}$ の発振器の共振周波数のシフトを用いて静電容量を検出しているため $\text{MHz}$ オーダーの高周波数領域においても、記録ビットの検出再生が可能であった。

【0059】〔実施例2〕この実施例で用いる記録媒体10は、図1Bの基本構成によるもので活性層13が強誘電体層をBi層状化合物の $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 層63によって構成した。この実施例においても、実施例1と同様の図2のAFM構成による記録装置とした。しかしながら、この実施例2においては、その記録再生装置として、図5に示したコンタクトSMM型の再生装置11とした。また、この実施例における記録媒体10は、図7に概略断面図を示すように、Si基板11上に、その表面熱酸化による $\text{SiO}_2$ 絶縁膜14が形成され、これの上に、拡散バリア層としてのTiによる下地層15を介してスパッタリングによって厚さ $300\text{ nm}$ のPt膜による下部電極層12が形成され、この上に活性層13としてのBi層状化合物の $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ による強誘電体層63をMOCVD法によって形成した。

【0060】この実施例2の記録・消去、再生特性を示す。記録・消去特性に関しては、記録媒体の構造が実施例1の場合と相違するが、実施例1と同材料の強誘電体層63が用いられるものであるのでこれに対する印加電

界が実施例1の場合と等しくなるように針状電極21と下部電極12との間に電圧印加を行うことにより、実施例1と同等の結果が得られるが、その再生は、前述したコンタクトSMM型再生装置によって記録媒体10の強誘電体層の局所的な分極反転による分極の向きの相違を逆圧電効果に起因する電界に比例して生じる圧電歪の分布として検出再生する。

【0061】そして、コンタクトSMMによって圧電歪の2次元分布を評価した。このとき、直流のバイアス電圧を約 $0.5\text{ V}$ に設定して評価を行った。まず、 $3\text{ }\mu\text{ m} \times 3\text{ }\mu\text{ m}$ の部分のコントラストが暗くなっており、その周辺と比較して分極が判定して一方向に並んでいることが分かった。このコントラストが暗い部分の中に明るいスポットすなわち記録ビットが形成されたことが観測された。これは、 $-7\text{ V}$ の電圧によって一方向に揃った分極の向きと比較して反対になっていることを示すものである。

【0062】この場合、正負2種類の残留分極の間または一方の残留分極と分極0との間の圧電歪が分極の向きの差に対応する画像のコントラストとして観察される。

【0063】また、 $-9\text{ V}$ を先に記録媒体に印加した後に、 $+7\text{ V}$ のパルス電圧を印加した場合、すなわち上述とは反対の極性の電圧を印加した場合、SCMの静電容量分布で観察される画像のコントラストも逆転した。

【0064】そして、この分極の向きに起因する圧電歪の値は、デジタル信号の“0”および“1”のデータの識別に十分な値であることが分かった。

【0065】この実施例における再生装置はコンタクトSMMとしたが、コンタクトSMMではカンチレバーの共振周波数によって、測定周波数が制限されるが、共振周波数が充分大きく（例えば $10\text{ MHz}$ ）、バネ定数が充分小さい（例えば $0.1\text{ [N/m]}$ ）カンチレバーを用いることにより、 $\text{MHz}$ オーダーでの高周波数領域での記録ビットの応答信号を検出再生することができた。

【0066】尚、実施例2において、記録媒体として、Ti下地層15を挿入しない場合の記録媒体の記録再生特性も検討した結果、この場合もTi下地層を配置した場合の記録、再生特性と同等な特性を示すことを確認した。

【0067】〔実施例3〕実施例1と同様の構成によるが、図6に示すように、強誘電体層63の $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ に代えて $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ によって構成した。この実施例においても実施例1と同様の図2のAFM構成の記録装置とし、再生装置は、SCM型の再生装置11とした。この $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ は、分極反転を $10^{12}$ 回繰返しても疲労特性が極めて少なく、残留分極の2倍（ $2P_r$ ）の値は $30\sim 50\text{ }\mu\text{ C/cm}^2$ 、抗電圧は $3\text{ V}$ 以下であった。実施例1の場合と比較して、残留分極および抗電圧の値は約2倍となっている。この場合においても、データ保持時間は室温で10年以上とさ



れている。また、この場合においても、データの書換え時間は電極面積に比例し、電極面積を充分小とすることによって1 ns以下となる。また、キャパシタ部分のスイッチング特性は極めて速い。或るデータを連続して書き込んだ後、異なるデータを書き込んだ場合の信頼性もある。

【0068】この実施例においても、図6に示すように、Si基板11上に、バッファ層となるSrBiTiO<sub>3</sub>の下地層9を30 nmの厚さにスパッタリングによって形成する。その後、このバッファ層9を酸素雰囲気中で熱処理する。この熱処理により、Si基板上でも結晶性にすぐれたBi層状化合物のSrBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>7</sub>の下地層9を形成することができる。次に、このバッファ層9上に、Bi層状化合物のSrBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>7</sub>、強誘電体層63による活性層13をMOCVD法によって形成する。このようにして形成されたSrBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>7</sub>層は、高密度で微細なグレインを有する膜として形成された。すなわち、上述の熱処理後のバッファ層が、これの上に成長させるSrBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>7</sub>層の初期核として有効に働くものである。そして、基板11の裏面に、下部電極12をオーミックに被着形成する。

【0069】この場合においても、このSrBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>7</sub>は、強誘電体であることから、ヒステリシス特性を有している。そしてその残留分極の2倍(2Pr)は40 μC/cm<sup>2</sup>、抗電圧は約3 Vであった。

【0070】記録装置は、実施例1におけると同様に、前述した図2のAFM構成による記録装置によって行った。再生装置は、図4の再生装置Iとし、記録媒体10の強誘電体層63の分極反転によって生じた静電容量の分布の検出によって記録情報の再生を行った。

【0071】この実施例における記録・消去・再生特性を示す。この場合においても、記録媒体10のSrBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>7</sub>による強誘電体層63の3 μm×3 μmの領域に、9 Vの直流電圧、電界0.3 MV/cmを印加して自発分極の方向を一方向に揃える。次に、逆極性の-7 Vのパルス電圧をヘッドすなわち針状電極21から印加して、局所的に分極の向きを反転させる。次に、SCM型再生装置を用いて局所的な自発分極の向きの差をSi基板上の空間電荷層の差に起因する静電容量の分布として検出する。

【0072】SCMによって静電容量を評価した。その際、バイアス電圧を図3で示すA点に設定してその評価を行った。この場合、まず3 μm×3 μmの部分のコントラストが周囲に比し暗くなっており、その周辺と比較して分極が反転していることが分かった。更に、このコントラストが暗い部分の中に明るいスポット部分すなわち記録ビットが観察された。これは-7 Vのパルス電圧によって一方向に揃えられていた分極の向きが局所的に反対になっていることを示している。

【0073】また、-9 Vを先に記録媒体に印加した後

に、+7 Vのパルス電圧を印加した場合、すなわち上述とは反対の極性の電圧を印加した場合、SCMの静電容量分布で観察される画像のコントラストも逆転していることが分かった。すなわち、強誘電体層の分極の局所的な反転の方向が反対になっていることが分かる。また、オーバーライト特性も有することが分かった。

【0074】このことから、この強誘電体層記録媒体の局所的な分極の向きがカンチレバー記録ヘッドよりのパルス電圧の印加により電界の方向に揃うことが示された。この2種類の局所的な分極の向きをデジタルデータのストレージの“0”と“1”に対応させることができる。すなわち、コントラストの明るい部分と暗い部分でデジタルデータの“0”と“1”に対応させることにより高密度記録ができる。

【0075】そして、分極の向きの差に起因する静電容量の値は、デジタル信号“0”および“1”のデータの識別に十分な値であることが分かった。

【0076】種々の実験の結果、最小記録領域(最小記録ビット)の直径を100 nm以下にすることが可能であることが分かった。また、分極反転のスイッチング時間も1 μsより小さいことが分かった。そして、局所的に分極の向きが反転した領域は、充分安定に保持されることが分かった。

【0077】また、この実施例ではSCM構成の再生装置としたが、このSCMでは915 MHzの発振器の共振周波数のシフトを用いて静電容量を検出しているためMHzオーダーの高周波数領域においても、記録ビットの検出再生が可能であった。

【0078】〔実施例4〕実施例2と同様の構成とするが、この実施例4においては、図7の強誘電体層63をSrBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>7</sub>によって構成した記録媒体を用いて、図2のAFM構成による記録装置とした。そして、この実施例4では、再生装置として図5のコンタクトSMM型再生装置IIとした。

【0079】次に、記録・消去・再生特性を示す。まず、3 μm×3 μmの領域に+9 Vの電圧、電界0.3 MV/cmを記録媒体に印加して自発分極の方向を一方向に揃える。次に、逆極性の-7 Vのパルス電圧を記録媒体に印加して、局所的に分極の向きを反転させる。次に、コンタクトSMM型再生装置を用いて記録媒体の局所的な分極の向きの差を逆圧電効果による圧電歪の分布として検出再生する。そして、コンタクトSMMによって電界に比例する圧電歪の2次元分布を評価した。そのとき、バイアス電圧を約1 Vに設定して評価を行った。まず3 μm×3 μmの部分が周囲に比しコントラストが暗くなっており、その周辺と比較して分極が反転して一方向に並んでいることが分かった。そして更に、このコントラストが暗い部分の中に明るいスポットの部分があることが観測された。これは-7 Vのパルス電圧によって一方向に揃った分極の向きと比較して反対になってい

ることを示す。

【0080】また、-9 Vを先に記録媒体に印加した後、+7 Vのパルス電圧かけた場合、すなわち、上記の実験の順序とは反対の極性の電圧を印加した場合、SMMの圧電歪分布で観察される画像のコントラストも逆転していることが分かった。すなわち、 $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ による強誘電体層の自発分極の局所的な反転の方向が上記の実験とは反対になっていることが分かった。また、オーバーライト記録特性も有することが分かった。

【0081】以上より、この強誘電体層による記録媒体の局所的な分極の向きがカンチレバーすなわち記録ヘッドよりのバイアス電圧印加により電界の方向に揃うことが示された。この2種類の局所的な分極の向きをデジタルデータのストレージの“0”と“1”に対応させることができることが分かった。すなわち、コントラストの明るい部分と暗い部分でデジタルデータの“0”と“1”に対応させることにより高密度記録が可能になることを示した。

【0082】種々の実験の結果、記録ビットの直径は100 nm以下にすることが可能であることが分かった。また、分極反転のスイッチング時間も1  $\mu\text{s}$ より小さいことが分かった。局所的に分極の向きが反転した領域は充分安定に保持されることが分かった。

【0083】この分極の向き差に起因する電界に比例する圧電歪の値は、デジタル信号“0”および“1”のデータの識別に充分な値であることが分かった。

【0084】以上より、この実施例においても高密度記録装置および記録媒体は高性能な高密度記録装置として充分な機能をもっていることが分かった。

【0085】そして、この実施例において、その再生装置をコンタクトSMMとしたものであるが、このコンタクトSMMではカンチレバーの共振周波数によって、測定周波数が制限されるが、共振周波数が充分大きく（例えば10 MHz）、バネ定数が充分小さい（例えば0.1 [N/m]）カンチレバーを用いることにより、MHzオーダーでの高周波数領域での記録ビットの応答信号を検出再生することができた。

【0086】尚、実施例4において、記録媒体として、図7におけるTi層15を挿入しない場合の記録媒体の記録再生特性も検討し、この場合においても記録再生特性と同等な特性を示すことを確認した。

【0087】〔実施例5〕この実施例では、記録媒体の記録がなされる活性層13を、ランタンドープチタン酸鉛（PLZT;  $\text{Pb}(\text{La}, \text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ ）による強誘電体層73を有する構成とした。そして、記録装置は、図2で示したAFM構成の記録装置とし、再生装置はSCM構成の再生装置Iとした。この記録媒体10は、図8にその概略断面図を示すように、導電性を有するSi基板11上に、厚さ30 nmで形成したSrTiO<sub>3</sub>を熱処理して形成したバッファ層となる下地層9を

形成し、これの上にMOCVD法によってLaを10モル%加えたPLZTによる強誘電体層73を300 nmの厚さに形成した。この場合PLZT層73は、ペロブスカイト型の結晶構造を有し、高密度で微細なグレインを有していることが確認された。そして、基板11の裏面に電極12をオーミックに被着形成した。

【0088】PLZTの特徴は、残留分極の2倍（2Pr）の値は40~50  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ でありPZTの約2倍程度ある。また、抗電圧は2 V以下である。これまで問題となっていたPLZTにおける疲労特性は、酸化物電極を用いることにより改善されている。データの書換時間は1 ns以下になる。キャパシタ部分のスイッチング特性は極めて速い。あるデータを連続して書き込んだ後、異なるデータを書き込んだ場合の信頼性もある。

【0089】次に、この実施例5の記録消去再生特性を示す。まず、4  $\mu\text{m} \times 4 \mu\text{m}$ の領域に9 Vの電圧、電界0.3 MV/cmを記録媒体に印加して自発分極の方向を一方向に揃える。次に、逆極性の-7 Vの電圧を印加して、局所的に分極の向きを反転させる。次に、SCMを用いて分極の向き分布を評価した結果、4  $\mu\text{m} \times 4 \mu\text{m}$ の部分のコントラストが暗くなっており、その周辺と比較して明るい部分がみられ此处で分極が反転していることが分かった。これは-7 Vの逆電圧によって分極の向きが反対になっていることを示している。また、強誘電体の特徴として分極の向きが電界の方向に揃うことが示された。また、オーバーライトも可能であることが分かった。この2種類の分極の向きをデジタルデータのストレージ“0”と“1”に対応させることができる。すなわち、コントラストの明るい部分と暗い部分とでデジタルデータの“0”と“1”に対応させた高密度記録が可能になることが分かった。

【0090】また、種々の実験の結果、最小記録領域（最小記録ビット）の直径を100 nm以下にすることが可能であることが分かった。分極反転のスイッチング時間も1  $\mu\text{s}$ より小さいことが分かった。そして、局所的に分極が反転した領域は充分安定に保持されることが分かった。

【0091】また、この実施例ではSCM構成の再生装置としたが、このSCMでは915 MHzの発振器の共振周波数のシフトを用いて静電容量を検出しているためMHzオーダーの高周波数領域においても、記録ビットの検出再生が可能であった。

【0092】以上より、この実施例においても、高密度記録再生装置として充分な機能をもっていることが分かった。

【0093】〔実施例6〕この実施例においても、PLZT強誘電体層73を有する記録媒体10を用いるが、この実施例においては、図9にその概略断面図を示すように、Si基板11上に、熱酸化によってSiO<sub>2</sub>絶縁層14を形成し、これの上にスパッタリングによって厚

さ300nmのIrO<sub>2</sub>電極層12AとIr電極層12Bとを順次被着形成した下部電極12を形成し、これの上にPLZT強誘電体層73が形成された構成とする。そして、その記録装置は、図2のAFM記録装置とした。再生装置はコンタクトSMM型構成の再生装置11とした。

【0094】この場合の記録・消去、再生特性を示す。まず、4μm×4μmの領域に9Vの電圧、電界0.3MV/cmを記録媒体に印加して自発分極の方向を一方に揃える。次に、-7Vの電圧を記録媒体に印加して、局所的に分極の向きを反転させる。次に、SMMを用いて分極の向き分布を電界に比例する圧電歪の分布として検出する。実施例1と同様に、コンタクトSMMによって圧電歪の分布を評価した結果、4μm×4μmの部分のコントラストが暗くなっており、その周辺と比較して分極が反転していることが分かった。このコントラストが暗い部分の中に明るい部分があることが分かる。これは-7Vの電圧によって分極の向きが反対になっていることを示している。強誘電体の特徴として分極の向きが電界の方向に揃うことが示された。また、オーバーライトも可能であることが分かった。この2種類の分極の向きをデジタルデータのストレージ“0”と“1”に対応させることができる。すなわち、コントラストの明るい部分と暗い部分でデジタルデータの“0”と“1”に対応させた高密度記録が可能になることが分かった。

【0095】また、種々の実験の結果、その最小記録領域（最小記録ビット）の直径は100nm以下にすることが可能であることが分かった。分極反転のスイッチング時間も1μmよりも小さいことが分かった。そして、局所的に分極が反転した領域は充分安定に保持されることが分かった。

【0096】この実施例における再生装置はコンタクトSMMとしたが、コンタクトSMMではカンチレバーの共振周波数によって、測定周波数が制限されるが、共振周波数が充分大きく（例えば10MHz）、バネ定数が充分小さい（例えば0.1[N/m]）カンチレバーを用いることにより、MHzオーダーでの高周波数領域での記録ビットの応答信号を検出再生することができた。以上より、この実施例で高密度記録装置として充分な機能をもっていることが分かった。

【0097】〔実施例7〕この実施例では、記録媒体10として、その概略断面図を図10に示すように、Si基板11上に、表面熱酸化によって厚さ20nmの地下層9を形成し、これの上に厚さ30nmに、フッ化ビニリデンとトリフルオロエチレン（VDF-TrFE）共重合体による高分子強誘電体層123を蒸着もしくはスピコートによって形成して構成した。この共重合体薄膜層は、フッ化ビニリデンの含有量が50%以上で強誘電性を示す。そして、この例ではフッ化ビニリデンの含

有量を65%とした。そして、基板11の裏面にオーミックに下部電極12を被着した。

【0098】この実施例においても、記録装置は図2のAFM構成とし、再生装置はSCM構成の再生装置1とした。

【0099】VDF-TrFEの共重合体の特徴は、その残留分極Prの2倍（2Pr）の値は、15~20μC/cm<sup>2</sup>である。データの書き換え時間は、1μs以下になる。キャパシタ部分のスイッチング特性は極めて速い。或るデータを連続して書き込んだ後、異なるデータを書き込んだ場合の信頼性も高い。

【0100】次に、この実施例7の記録消去再生特性を示す。まず、4μm×4μmの領域に20Vの電圧を記録媒体に印加して自発分極の方向を一方に揃える。次に、-15Vの電圧を印加して、局所的に分極の向きを反転させる。次に、SCMを用いて分極の向き分布を静電容量の分布として検出する。実施例1と同様に、SCMによって静電容量を評価した結果、4μm×4μmの部分のコントラストが周囲に比し暗くなっており、その周辺と比較して明るい部分が存在していて、此处で分極が反転していることが分かった。これは-15Vの電圧印加によって分極の向きが反対になっていることを示している。また、オーバーライトも可能であることが分かった。この2種類の分極の向きをデジタルデータのストレージ“0”と“1”に対応させることができる。すなわち、コントラストの明るい部分と暗い部分でデジタルデータの“0”と“1”に対応させた高密度記録が可能になることが分かった。

【0101】また、種々の実験の結果、記録領域（記録ビット）の直径を100nm以下にすることが可能であることが分かった。分極反転のスイッチング時間も1μsより小さいことが分かった。そして、局所的に分極が反転した領域は充分安定に保持されることが分かった。また、この実施例ではSCM構成の再生装置としたが、このSCMでは915MHzの発振器の共振周波数のシフトを用いて静電容量を検出しているためMHzオーダーの高周波数領域においても、記録ビットの検出再生が可能であった。

【0102】以上より、本実施例で高密度記録再生装置として充分な機能をもっていることが分かった。

【0103】〔実施例8〕この実施例においては、記録媒体10として、図11にその概略断面図を示すように、Si基板11上に熱酸化によって厚さ20nmのSiO<sub>2</sub>絶縁膜14を形成し、これの上に拡散バリア層となるTi地下層15を形成し、これの上にPt下部電極層12をスパッタリングによって形成した。そして、これの上にフッ化ビニリデンとトリフルオロエチレン（VDF-TrFE）共重合体薄膜による高分子強誘電体層123を蒸着法またはスピコート法で300nmの厚さに形成した。この共重合体薄膜は、フッ化ビニリデン

10

20

30

40

50

の含有量が50%以上で強誘電性を示す。そして、この例ではフッ化ビニリデンの含有量を65%とした。この実施例においては、図2のAFM記録装置によった。そして、この実施例においては、分極による圧電歪を発生させ、これを図5のコンタクトSMM型構成の再生装置11によって検出再生した。

【0104】次に、記録消去再生特性を示す。まず、 $4\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の領域に20Vの電圧を記録媒体に印加して自発分極の方向を一方向に揃える。次に、-15Vの電圧を記録媒体に印加して、局所的に分極の向きを反転させる。次に、SMMを用いて分極の向き分布を電界に比例する圧電歪の分布として検出する。実施例2と同様に、コンタクトSMMによって圧電歪分布を評価した結果、 $4\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の部分のコントラストが周囲に比し暗くなっており、その周辺と比較して分極が反転していることが分かった。このコントラストが暗い部分の中に明るい部分があることが分かる。これは-15Vの電圧印加によって分極の向きが反対になっていることを示している。強誘電体の特徴として分極の向きが電界の方向に揃うことが示された。また、オーバーライトも可能であることが分かった。この2種類の分極の向きをデジタルデータのストレージに対応させることができる。すなわち、コントラストの明るい部分と暗い部分でデジタルデータの“0”と“1”に対応させた高密度記録が可能になることが分かった。

【0105】また、種々の実験の結果、最小記録領域（最小記録ビット）100nm以下にすることが可能であることが分かった。分極反転のスイッチング時間も1 $\mu\text{s}$ よりも小さいことが分かった。また、局所的に分極が反転した領域は充分安定に保持されることが分かった。以上より、本実施例で高密度記録装置として十分な機能をもっていることが分かった。この実施例では高分子強誘電体VDF-TrFEを例として、良好な記録再生特性を示したが、他の高分子強誘電体材料であっても本発明の記録媒体に適用することは可能である。

【0106】〔実施例9〕実施例1～8において、記録再生を行うヘッド部分が記録ヘッドと再生ヘッドとの独別の構成とした。AFM装置で制御された導電性カンチレバーを2種類とし、記録ヘッドおよび再生ヘッドに役割を分離する。記録ヘッドは消去ヘッドも兼ね、記録媒体に接触させた状態で制御する。一方、再生ヘッドはその先端の曲率半径を小さくして、容量分布の空間分解能を向上させている。メタルコートした先端の曲率半径は30nm以下が望ましい。また、再生用カンチレバーは記録媒体に接触した状態で記録および再生それぞれ独立に制御した。

【0107】次に、記録および再生用の2種類のカンチレバーと各実施例1～8の記録媒体において情報の記録再生を行った。その結果、記録再生特性は各実施例1～8と同様に確認することができた。また、種々の実験の

結果、再生用のメタルコートカンチレバーの先端の曲率半径が実施例1～8よりも小さくすることによって記録ビット直径を50nm以下にすることができた。分極反転のスイッチング時間は1 $\mu\text{s}$ より小さいことが分かった。また、局所的に反転した領域は充分安定に保持されることが分かった。以上より、この実施例で高密度記録装置として十分な機能をもっていることが分かった。

【0108】〔実施例10〕この実施例では実施例1～9において記録媒体10をディスク形状とし回転させながら記録再生を行った。ヘッドは実施例9で確認した2種類の記録および再生用ヘッドを用いた。次に、記録および再生用の2種類のカンチレバーを用いて記録媒体を実用的な速度で回転させて、情報の記録再生を行った。その結果、記録媒体を回転させた状態での記録再生特性は上述の各実施例と同様に確認することができた。また、種々の実験の結果、記録ビット直径を100nm以下にすることができた。分極反転のスイッチング時間は1 $\mu\text{s}$ よりも小さくできた。また、局所的に反転した領域は充分安定に保持されることが分かった。

【0109】以上より、本実施例で高密度記録装置として十分な機能をもっていることが分かった。

【0110】以上、種々の実施例によって、本発明の有効性を示したが、上述した各実施例の記録媒体の最上部に保護層を付加した場合、全ての実施例において、記録装置および記録媒体の信頼性が向上した。

【0111】以上の説明からも明かなように、本発明の高密度記録装置は、記録密度の向上、高速なスイッチング記録再生速度を有するため、従来と比較して1桁以上大きな記録密度を実現できる効果を有する。

【0112】尚、本発明装置における記録装置および／または再生装置において、その記録ヘッドHRおよび／または再生ヘッドHPすなわち、各カンチレバーは、各1個とする場合に限られるものではなく、2個以上配置していわゆるマルチチャンネルのヘッド構成とすることもできる。

【0113】

【発明の効果】以上の説明から、本発明の高密度記録装置および記録媒体では、非常に優れた記録密度、電界による分極反転のスイッチング速度に起因する高速な記録・消去速度を有するため、従来技術と比較して非常に優れた高密度記録装置および記録媒体を実現できる効果を有する。したがって、高速情報化社会に必要とされる大容量で高速なアクセスが必要とされる画像情報のストレージ、ハイビジョン放送などの画像の記録およびコンピュータにおける大容量なデータの記録に有効である効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】Aは本発明装置における記録媒体の1の基本構成を示す概略断面図である。Bは本発明装置における記録媒体の他の基本構成を示す概略断面図である。

【図 2】本発明の装置の情報記録装置の一例を示す図である。

【図 3】本発明の説明に供する分極および誘電率の電界依存性を示す図である。

【図 4】本発明の装置の情報記録の再生装置の一例を示す図である。

【図 5】本発明の装置の情報記録の再生装置の他の一例を示す図である。

【図 6】本発明装置における記録媒体の一例の概略断面図である。

【図 7】本発明装置における記録媒体の一例の概略断面図である。

【図 8】本発明装置における記録媒体の一例の概略断面\*

\* 図である。

【図 9】本発明装置における記録媒体の一例の概略断面図である。

【図 10】本発明装置における記録媒体の一例の概略断面図である。

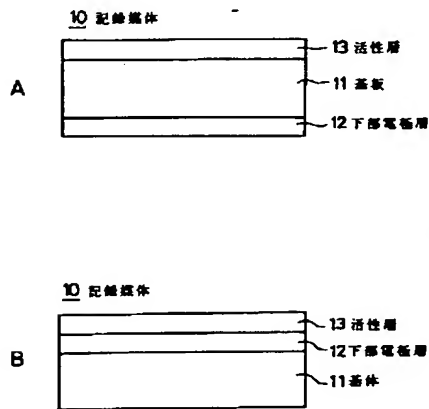
【図 11】本発明装置における記録媒体の一例の概略断面図である。

【図 12】従来の記録媒体の概略断面図である。

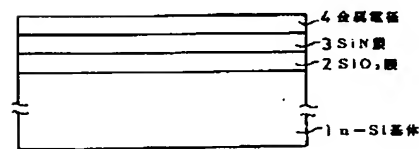
【符号の説明】

10 記録媒体、11 基体、12 下部電極、13 活性層、14 絶縁層、21 針状電極、22 カンチレバー

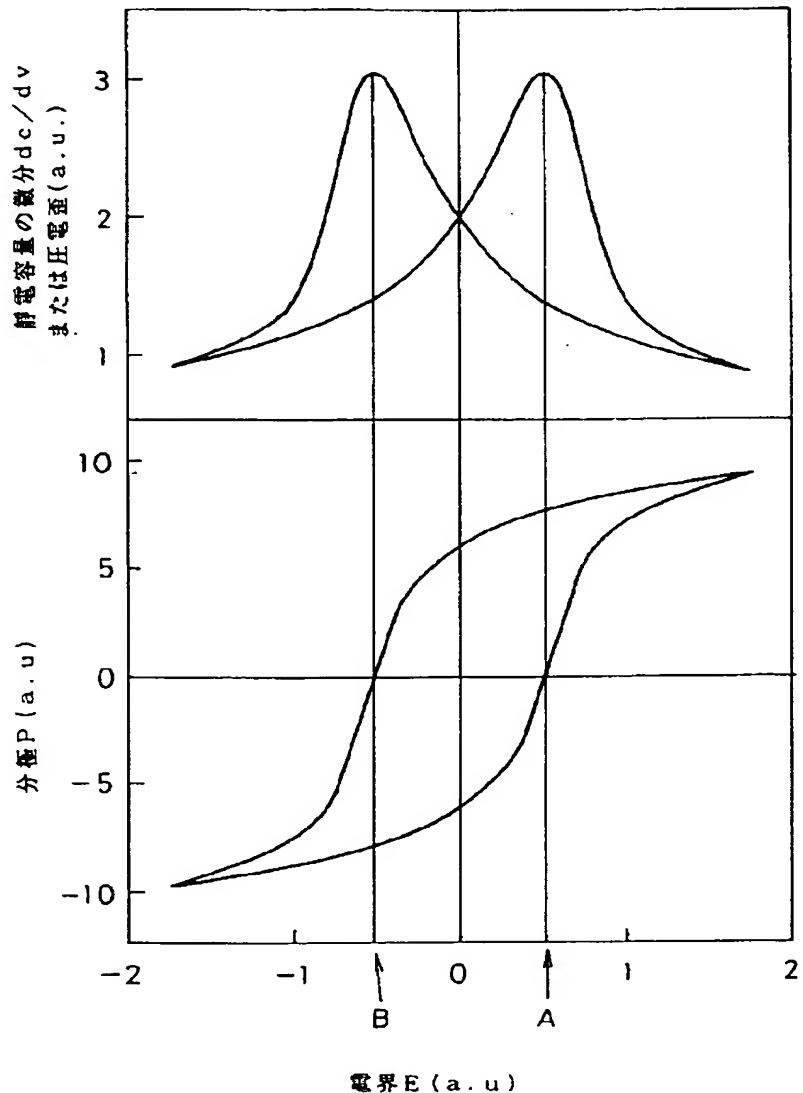
【図 1】



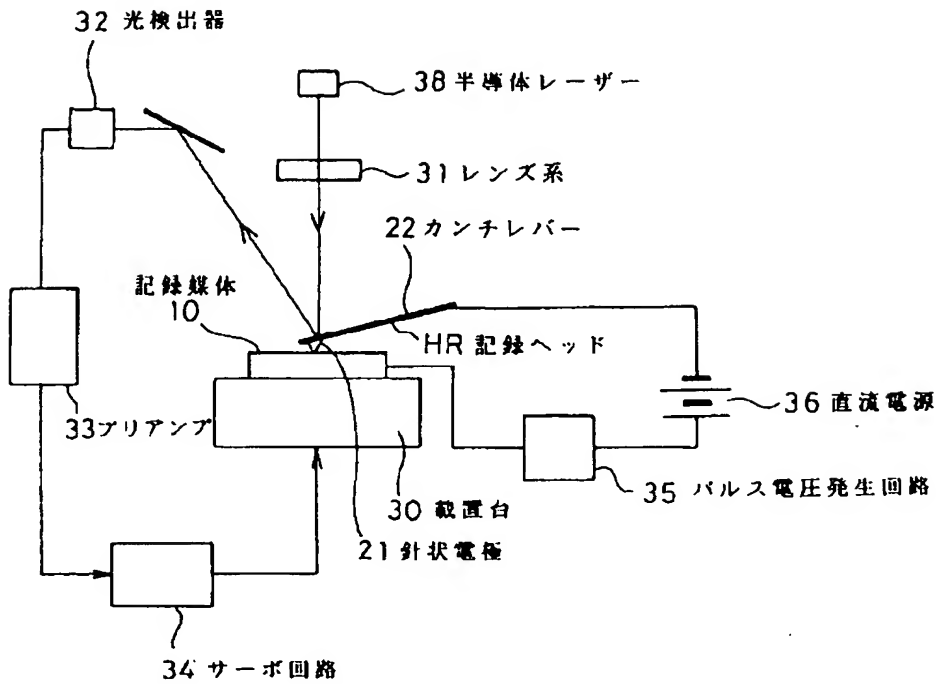
【図 12】



【図 3】

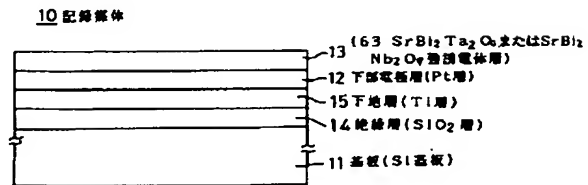
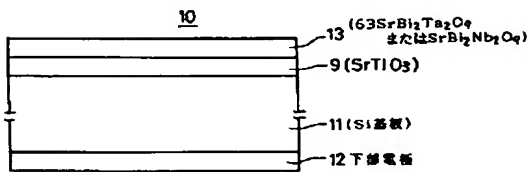


【図2】



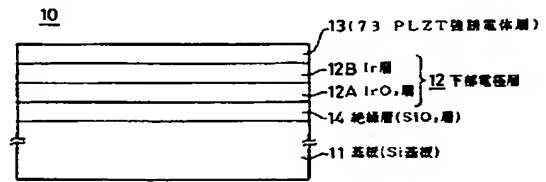
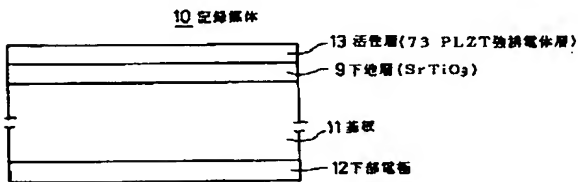
【図6】

【図7】



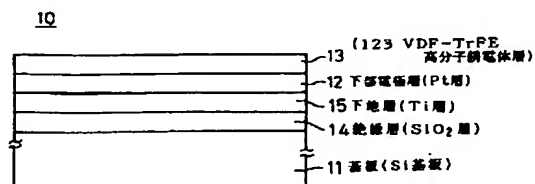
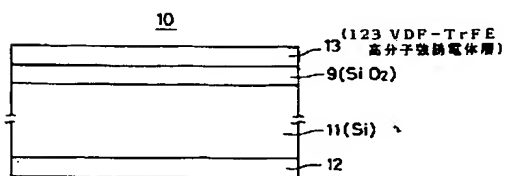
【図8】

【図9】

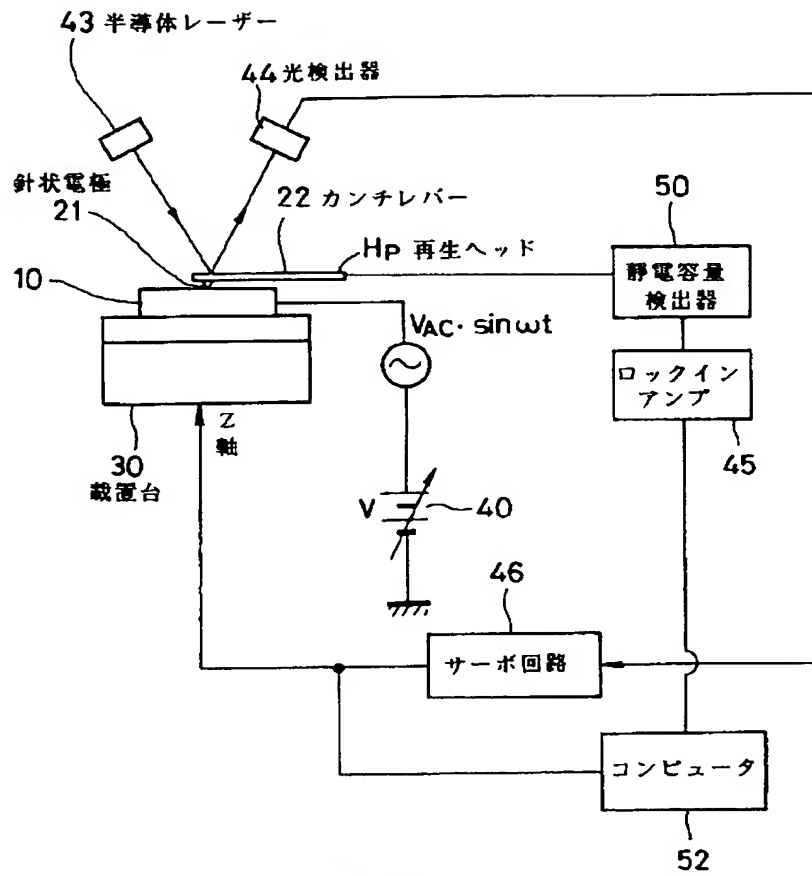


【図10】

【図11】



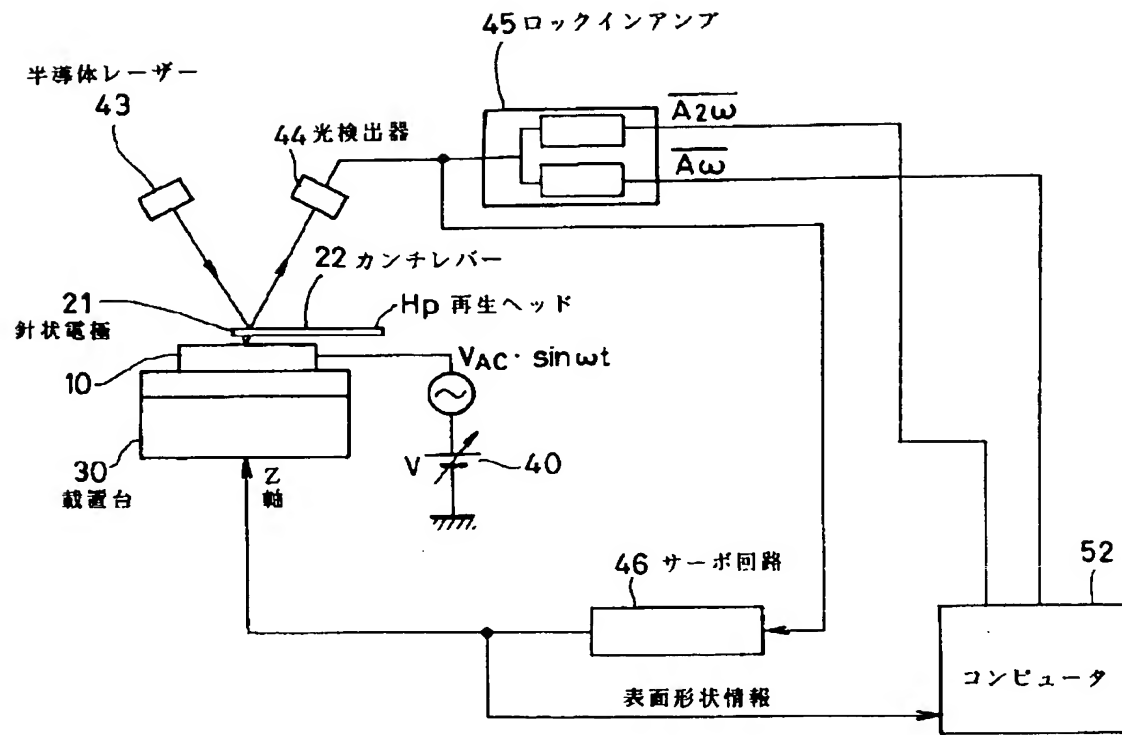
【図4】



SCM構成図



【図5】



コンタクトSMMブロック図